

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-054924

(43)Date of publication of application : 27.02.1996

(51)Int.Cl.

G05B 23/02
G01M 17/007
G06F 17/40

(21)Application number : 07-165502

(71)Applicant : CATERPILLAR INC

(22)Date of filing : 30.06.1995

(72)Inventor : SCHRICKER DAVID R
SHETTY SATISH M

(30)Priority

Priority number : 94 268693

Priority date : 30.06.1994

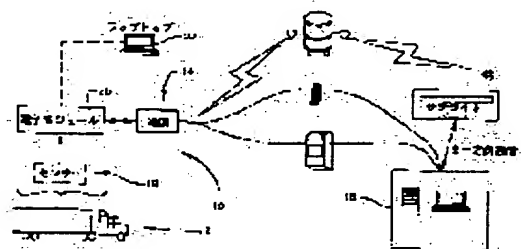
Priority country : US

(54) METHOD FOR INDICATING FAILURE STATE AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a method and device for diagnosing and indicating a failure state according to the trend (inclination) of the level of the parameter of a machine.

CONSTITUTION: This is a device having plural parameters with a level corresponding to the performance of a machine for indicating the fault state of the machine. This device includes a sensor 18 which generates an electronic signal according to the level of one parameter, and a processor 16 which recognizes the trend of the level of the parameter according to the electronic signal, calculates the continuous period and inclination of the trend, and decides whether or not the continuous period and inclination of the trend are beyond a first alarm threshold value being the function of the continuous period and inclination of the trend according to the continuous period and inclination of the trend.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開 号

特開平8-54924

(43)公開日 平成8年(1996)2月27日

(51) Int.Cl. [*]	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 B 23/02	3 0 2 Y	7531-3H		
G 0 1 M 17/007				
G 0 6 F 17/40				

G 0 1 M 17/ 00 J
G 0 6 F 15/ 74 3 1 0 E
審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-165502

(22) 出願日 平成7年(1995)6月30日

(31) 優先権主張番号 08/268693

(32) 優先日 1994年6月30日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 391020193
キャタピラー インコーポレイテッド
CATERPILLAR INCORPORATED
アメリカ合衆国 イリノイ州 61629-
6490 ビオーリア ノースイースト アダ
ムス ストリート 100
(72)発明者 ディヴィッド アール シリッカー
アメリカ合衆国 イリノイ州 61525 ダ
ンクラブ ボックス 78
(74)代理人 弁理士 中村 啓 (外6名)

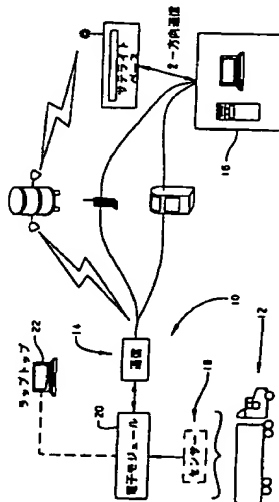
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 故障状態指示方法と装置

(57) 【要約】

【目的】 機械のパラメーターのレベルのトレンド（傾向）に応じて、故障状態を診断し指示する方法と装置を得る。

【構成】 それぞれ機械の性能によるレベルを有する複数のパラメーターを有し、機械の故障状態を示す装置が開示される。この装置は、１つのパラメーターのレベルに応じて電子信号を生じるセンサー、及び電子信号に応じてパラメーターのレベルのトレンドを認識し、トレンドの持続期間と傾斜を計算し、トレンドの持続期間と傾斜に応じて持続期間と傾斜の関数である第１警告しきい値を超えたかどうかを決めるプロセッサを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 故障状態を指示する装置において、性能に従うレベルを有する複数のパラメーターを有する機械、前記機械に接続され、前記複数のパラメーターの 1 つのレベルに応じて電子信号を生じるセンサー、前記電子信号に応じて前記パラメーターのレベルのトレンドを認識する手段、前記トレンドの持続期間と傾斜を計算する手段、及び、前記トレンドの持続期間と傾斜に応じて、持続期間と傾斜の関数である第 1 警告しきい値を超えたかどうか決定する手段、とを備える装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載した装置であって、前記パラメーターのレベルを示す重み付けファクターを得る手段を含み、前記第 1 警告しきい値は前記重み付けファクター、持続期間、傾斜の関数であることを特徴とする装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載した装置であって、前記トレンドの持続期間と傾斜に応じて、持続期間、傾斜の関数である第 2 警告しきい値を超えたかどうか決定する手段を含むことを特徴とする装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載した装置であって、前記パラメーターのレベルを示す重み付けファクターを得る手段を含み、前記第 2 警告しきい値は前記重み付けファクター、持続期間、傾斜の関数であることを特徴とする装置。

【請求項 5】 請求項 1 に記載した装置であって、前記電子信号を遠隔ベースステーションに送信する手段を含むことを特徴とする装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載した装置であって、前記前記トレンドを認識する手段、前記トレンドの持続期間と傾斜を計算する手段、前記第 1 警告しきい値を超えたか判断する手段は、前記遠隔ベースステーションに位置することを特徴とする装置。

【請求項 7】 請求項 1 に記載した装置であって、前記第 1 警告しきい値を超えたか判断する手段は、前記トレンドの持続期間と傾斜に応じて有意性ファクターを得る手段を含むことを特徴とする装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載した装置であって、平均値と警告レベルのうち 1 つから前記パラメーターレベルの距離を示す重み付けファクターを得る手段を含み、前記第 1 警告しきい値を超えたか判断する手段は、前記重み付けファクターに前記有意性ファクターをかける手段を含むことを特徴とする装置。

【請求項 9】 故障状態を指示する装置において、機械の性能に従うレベルを有する複数のパラメーターを有する機械、前記機械に接続され、前記複数のパラメーターの 1 つのレベルに応じて電子信号を生じるセンサー、前記電子信号により定義される複数のポイントに応じて

ラインセグメントを得る手段、

前記ラインセグメントの持続期間と傾斜を計算する手段、及び、

前記ラインセグメントの持続期間と傾斜に応じて、持続期間と傾斜の関数である第 1 警告しきい値を超えたかどうか決定する手段、を備える装置。

【請求項 10】 請求項 9 に記載した装置であって、前記ラインセグメントを得る手段は、第 1 パラメーターのデータの第 1 部分集合に応じて最も適合するラインを得て、パラメーターのデータの第 2 部分集合が、前記最も適合するラインから所定の公差より大きく離れているかどうかを決定する手段を含むことを特徴とする装置。

【請求項 11】 故障状態を指示する方法において、機械を運転し、

前記機械の性能に応じたレベルを有する機械パラメーターを検知し、それに応じて前記パラメーターのレベルに応じて電子信号を生じ、

前記電子信号に応じて前記パラメーターのレベルのトレンドを認識し、

前記トレンドの持続期間と傾斜を計算し、持続期間と傾斜の関数である第 1 警告しきい値を超えたかどうか決定する、ステップを備える方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載した方法であって、前記パラメーターのレベルを示す重み付けファクターを得るステップを含み、前記第 1 警告しきい値は前記重み付けファクター、持続期間、傾斜の関数であることを特徴とする方法。

【請求項 13】 請求項 11 に記載した方法であって、前記トレンドの持続期間と傾斜に応じて、持続期間と傾斜の関数である前記第 2 警告しきい値を超えたかどうかを決定するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 14】 請求項 13 に記載した方法であって、前記パラメーターのレベルを示す重み付けファクターを決定するステップを含み、前記第 2 警告しきい値は前記重み付けファクター、持続期間、傾斜の関数であることを特徴とする方法。

【請求項 15】 請求項 11 に記載した方法であって、前記第 2 警告しきい値を超えたかどうかを決定するステップは、前記トレンドの持続期間と傾斜に応じて、有意性ファクターを得るステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 16】 請求項 15 に記載した方法であって、警告レベルからの前記パラメーターレベルの距離を示す重み付けファクターを得るステップを含み、前記第 1 警告しきい値を超えたかどうかを判断するステップは、前記重み付けファクターに前記有意性ファクターをかけるステップを含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般に故障状態を診断

し指示するデバイスに関し、より詳しくは機械のパラメータのレベルのトレンドに応じて、故障状態を診断し指示する方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】サービスと診断の目的のため、機械には、エンジン回転数、油圧、冷却水温度、ブースト圧力、油の汚れ、電気モーターの電流、流体圧力、システム電圧等の運転状態を測定するセンサーを装備するものがある。あるケースでは、後の機械の性能を評価するためデータベースをコンパイルし診断に役立てるため、記憶装置が備えられる。サービス員が故障原因をより良くつかみ診断に役立てるため、データを引き出す。同様に、サービス員は、さらに故障を予想し全体が故障する前に修理するため、記憶したデータを評価する。さらに、機械が最大の生産性を上げられるように、機械とオペレーターの性能を評価するため、これらの記憶されたデータはサービス員又は管理者により調べられる。これらの事項は、ハイウエー用トラック及び大型作業機械例えばオフハイウエー採鉱トラック、油圧掘削機、履帯型トラクター、ホイールローダ等に特に適している。これらの機械は大きな設備投資を要し、運転時実質的に生産性をあげることができ、それゆえ、生産性が影響を受けない期間の間にサービスを計画でき、大きな故障になる前に小さな問題を修復できるように、故障を予測することは重要である。

【0003】同様に、機械が特定の運転状態にあるときのみパラメータを蓄積するのが有利な場合もある。このタイプの情報は性能評価の間に広く使用されているが、また故障診断と予測に使用することもできる。例えば、機械の性能を評価するために、該機械が負荷状態のときに特定のギアが使われる時間長さが、必要となることがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述の問題の1つ又はそれ以上を解決することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の1態様では、それぞれ機械の性能によるレベルを有する複数のパラメータを有し、機械の故障状態を示す装置が開示される。装置は、1つのパラメータのレベルに応じて電子信号を生じるセンサー、及び電子信号に応じてパラメータのレベルのトレンド（傾向）を認識し、トレンドの持続期間と傾斜を計算し、トレンドの持続期間と傾斜に応じて持続期間と傾斜の関数である第1警告しきい値を超えたかどうかを決めるプロセッサを含む。本発明の第2の態様では、故障状態を指示する方法が提供される。本方法は、機械の性能によるレベルを有するパラメータを検知し、それに応じて電子信号を生じ、パラメータのレベルのトレンドを認識し、トレンドの持続期間と傾斜を計算し、トレンドの持続期間と傾斜に応じて持続期

間と傾斜の関数である第1警告しきい値を超えたかどうかを決めるステップを含む。本発明は、また図面、発明の詳細な説明を詳細に読めば明らかになる他の態様及び利点を含む。

05 【0006】

【実施例】図1を参照すると、機械予測システム全体が参照番号10で示され、作業機械12用のデータ取得、記憶、記憶表示システムである。オンボード又オフボードの補足的ハードウェアとソフトウェアを採用し、機械予測システム10は機械コンポーネントの情報をモニターし引き出し、結果の情報を解析し、差し迫ったコンポーネント又はシステムの故障を示す。図1は、作業機械12から中央コンピューターシステム16へ解析のためデータを送信するのに使用されるさまざまな可能性のある通信システム14を示す。好適な実施例では、データはカルコム(Quallcomm)サテライトシステムから中央コンピューターシステム16へ戻る。又は、セルラー電話システムにより又はコンピューターのディスクにデータを記憶することにより変換され、それが次に中央コンピューターサイトへ解析のため送られる。本発明の全ての構成部品は作業機械12にオンボードで配置し、それにより通信システム14の必要性をなくすることもできるが、中央コンピューターシステム16を用いると、中央の位置で全車両をモニターできるようにする。

25 【0007】データのサブセットは、作業機械12のオペレーター室内の表示モジュール（図示せず）へ伝えられ、オペレーターに計器と警告メッセージの形で表示する。通常の運転の間、計器の値はオペレーター室内に表示される。特定の状態外で、アラームと警告指示メッセージもまた表示される。好適な実施例では、検知したデータは公知の型のセンサー18により直接サンプルを取られ、運転パラメータのレベルに応じて、パルス幅変調センサーデータ、周波数ベースのデータ、5ボルトアナログセンサーデータ、有効に返されたスイッチデータを含む電子信号を発生する。センサーはセンサー信号の送信のため電子モジュール20に接続される。図1と2の実施例では、アナログセンサーの直接接続、又はRS485リンクを通して、又はSAE仕様J1587とJ1708が適用されるデータリンクを通してセンサー信号は電子モジュール20へ送られる。データの速取りを得られるようにするためのプッシュボタンも含まれる。機械のバッテリーとキースイッチから電子モジュール20への結線も備えられる。好適な実施例では、電子モジュール20はモトローラ68000 マイクロプロセッサ、公知の型の低レベル通信ボード（図示せず）、高レベルフラッシュメモリとバッテリーでバックアップしたRAMを含むメモリ部分24を含む。電子モジュールはまた1対のRS232を含み、1つはサテライト通信システム21に接続するのに使え、他方はデータのダウンロードとシステムの初期化に使われるオフボードコンピューターに接続するのに使わ

れる。好適な実施例では、オフボードコンピューター22は、ラップトップパーソナルコンピューターである。

【0008】機械とその主なコンポーネントの性能の情報を提供するため、性能ベースラインが電子モジュール20内に位置するメモリーデバイス内のアレイに記憶される。これらのベースラインは、キーで操作する機械の繰り返し可能な性能チェックの間使用され、機械又はコンポーネントの健全状態を確かめるのを助け、後述するように、機械が機械のパラメーターが処理され記憶される運転状態にあるかを決定する参照ポイントとして使用される。トレンドのデータを発生するためのパラメーターのサブセットは、前もって決められているか又はオフボードコンピューター22又は中央コンピューター16により決められる。それぞれのパラメーターは、トレンドの目的のためにデータが記憶される状態を識別する従属定義を含む。代表的には、従属定義は例えば、エンジン回転数があるレベルを超え、ブースト圧力が所定のレベルを超えるときのような機械の通常運転状態を示すように選ばれる。個々のパラメーターのトレンド定義は変化し、幾つかの従属変数である他の機械のパラメーターの関数であってもよい。特定のトレンド持続期間で従属定義に出会うまで、トレンドデータは集められメモリーに記憶される。それは、10時間以上のように時間で又は10回の変速機の変速のようなカウント数で測定される。トレンドデータはエンジンが運転しているときのみ得られる。特定のトレンドの型、最大値、最小値、この持続期間のデータの累積値が、カウント付きの単一のトレンドポイントとして記憶され、得られる平均値とポイントを決める。トレンドポイントを得るのに、平均、最大値、最小値のいずれを使用するかは、どの型の計算がエンジン性能の変化又は差し迫った故障を最もよく指示するかに関し、システムデザイナーの決定に基づく。同じ検出したパラメーターから複数の値を計算できる、例えば、トレンドポイントから平均値と最小値の双方を示すように計算できる。

【0009】全体のトレンドは、得られるメモリー領域の大きさと所望の履歴のデータベースの長さに従って、メモリーデバイス内に特定の数のポイントを記憶することにより形成される。トレンドデータはリセットされ、オフボードシステム22により1つの通信ポートを通じて、定義を再定義してもよい。例えば、機械の特定の用途により、検出した1つ又はそれ以上のパラメーターのために異なる従属定義を要するときは、与えられた従属定義を含むアレイを消去し、その定義を新しい従属定義で置き換えるコマンドを与えることにより、従属定義を変更するため、オフボードシステム22が使用される。同様に、この機能は中央コンピューターシステム16により通信システム14を通じて行われるようにしてもよい。検出したパラメーターのために発生したトレンドデータに加え、同様に正味馬力、又は駆動ラインのトルク等の計

算値のトレンドをとってもよい。一般には、これらの計算値は複数の検出したパラメーター信号に応じて、所定の定義に従って電子モジュール20により決められる。図3を参照すると、上述の機能を実行するため、本発明の実施例に組み込まれ電子モジュール内のプロセッサにより実行されるアルゴリズムが記述される。電子モジュール20がエンジンが運転されているかどうかを決める。もしエンジン速度がエンジンクランク速度を超えると、エンジンが運転状態にあると決めるのが好都合である。もしエンジンが運転状態になれば、アルゴリズムは進まない。もしエンジンが運転状態であれば、電子モジュール20が検出した機械パラメーターをデータリンク又は入力から読む。

【0010】個々の検出したデータについて、電子モジュール20がトレンドデータを与えるためにそのパラメーターを処理するかどうかを決める。もし、トレンドデータが与えられるなら、トレンド定義が検索され、従属定義が満足されるか決めるため従属パラメーターがチェックされる。それぞれの運転パラメーターのための従属定義が、他の検出した機械パラメーターで定義される。例えば、ブースト圧力のための従属定義は、エンジン回転数が低運転速度より大きく、高運転速度より小さく、エンジンのラック設定が所定のレベルより大きく、ジャケット冷却水温度が所定の運転温度より高いときのみ満足される。即ち、上の条件が満たされたときのみ、ブースト圧力のための値は記憶され、トレンド情報を発生するため処理される。従属定義で使用される実際の範囲、最小値、最大値は、注目するそして機械により用途により変化する運転状態を定義するため経験的に決められる。もし、従属定義が満足されると、検出したパラメーターの値が記憶される。個々のトレンドポイントが決められた時間、又は個々のトレンドポイントが決められたイベント数になるまで、このプロセスが継続し、そのポイントで電子モジュール20がトレンドポイントを計算し記憶する。時間又はイベントの数は、デザイナーの所望の正確さ、メモリーデバイス中のメモリースペースが得られるか、意味有るトレンドポイントを得るのに要する時間の長さ又はカウント数に応じて決められる。トレンドポイントの計算は、記憶した値を蓄積し、最大記憶値を選択し、又は最小記憶値を選択することを含む。計算したトレンドポイントは保存され、そのパラメーターのためのデータアレイがクリアーされ、そのパラメーターの次のトレンドポイントを計算するためデータを記憶することができるようになる。

【0011】図3のアルゴリズムで得られたトレンドデータを図4に示す。ここに例示のデータは、大きな変動があるが、最小2乗法等の公知の直線当てはめ技術でデータに直線を当てはめてデータの一般的トレンドを例示することができる。いつ特定の直線トレンドが終わり新しいラインセグメントが定義されるかを決定する方法が、

図 7 のアルゴリズムに関して述べられる。図 4 に示すトレンドの傾斜と持続期間に基づき、差し迫ったコンポネント又はシステムの故障の見込みについてある判断を行うことができる。図 5 に示すように、機能は特定のトレンドの傾斜と持続期間で決め、それにより注目するパラメーターが短期間に高い率で変化するか又は長期間で比較的低率で変化するかに応じて、警告状態を示すことができる。文字「A」で示す領域は、通常の運転状態のトレンドの傾斜と持続期間の様々な組み合わせを示す。文字「B」と「C」で示す領域は、それぞれ注意領域と警告領域を示す。即ち、特定のトレンドの傾斜又は持続期間の大きさが比較的小さいと通常状態が示されるが、傾斜と持続期間の大きさが増加するにつれて、故障状態の起こっている可能性が増加する。図 6 へ行くと、検知したデータのトレンドの特定のラインセグメントを定義する方法が示される。一連のデータのデータポイントの第 1 領域が選択され、X- で示される。X- に直接続くデータポイントの第 2 領域が選択され、X+ で示される。

$$\text{Fit-Statistic} = \frac{\text{MSE}(X^+, X^- \text{ Based on } X\text{-Regression})}{\text{MSE}(X^+, X^-) \cdot \text{deviation slack} + \text{bias slack}} \cdot \text{Fit tolerance}$$

【0014】ここに、MSE は平均 2 乗誤差、偏差スラック (deviation slack) は、トレンドの傾斜が急なとき、MSE の変化を減らすための適合度統計量 (fit statistic) の分母に与えられるバイアス (偏り量) であり、好適な実施例ではスラック定数に X- の偏差をかけたものに等しい。適合度公差 (fit tolerance) とは、与えられたラインセグメントに許されるデータの適合度の硬さを制御する定数であり、好適な実施例では 4.8 に等しい。バイアススラック (bias slack) とは、X- の MSE がゼロのとき、新しいラインセグメントが形成されるのを防止するのに使用される定数である。好適な実施例では、バイアススラックはゼロに等しくセットされ、決定ブロックは図 9 に示すアルゴリズムに含まれ、適合度の統計量の分母がゼロに等しいときの状況処理する。もし、不等式が真であれば、X+ 内の最も左のデータポイントが X- に移動され、新しいデータポイントが、X+ の最も右側に移動される。もし、不等式が偽であれば、ラインセグメントが終了し、新しい X- が定義したラインセグメントに続く新しいデータポイントの初めと定義される。

【0015】1 実施例では、もし不等式が偽であれば、適合度統計量のベースが現在の適合度統計量に等しくセットされる。データポイントが継続的に X- に加えられ、新しいデータポイントが加えられるとき新しい適合度統計量が計算される。適合度統計量ベースの適合度公差の最小比を表し、適合度統計量が所定の適合度不足のパーセントに到達すると、データポイントはもはや X- に加えられない。これは、もしトレンドが X+ のデータポイントの群の初めというより実際に X+ の真ん中で変化すると、X+ 内のデータポイントのサブセットがライ

X- と X+ の大きさは任意であるが、例示の例では X- は 6 つのデータポイントからなり、X+ は次の 3 つのデータポイントからなる。ある実施例では、X+ は 1 つのデータポイントのみしか含まなくてもよい。しかし、1 つの異常なポイントのためラインセグメントが終わる可能性を減少させるため、X+ は複数のポイントであることが好ましい。

【0012】X- のデータポイントは、最小 2 乗誤差法のような公知の技術を使用して最も適合するラインを計算するのに使用される。X+ のデータポイントがラインセグメントに加えられラインセグメントを続けるか、新しいラインセグメントをスタートさせ以前のセグメントを終了させるかを決めるため、ラインから誘導した式を使用して X+ のデータが調べられる。このテストは次の不等式を使用して行われる。

【0013】

【数 1】

ンセグメントに加えられるのを許す。図 7 から 10 について、本発明で実行されるアルゴリズムを記述する。ブロック 101 で故障適合度パラメーターが初期化され、蓄積した値は全てゼロに等しくセットされる。ブロック 102 で、システムは故障のオーバーライドがあったかどうか決める。ブロック 103 で、1 つの通信システムを通してデータポイントがコンピューターシステムにロードされる。個々のデータポイントで記憶された時間とその大きさが任意に X と Y として選択される。このデータは次にブロック 104 で処理され、これは図 8 でより詳細に記述する。データの処理に続いて、ブロック 105 で出力ファイルが閉じられ、アルゴリズムは終了する。

【0016】ブロック 104 と 105 に関して記述する機能は、データ解析が中央コンピュータ 16 でオフボード機械で行われるシステムを記述する。他の実施例では、データ解析が電子モジュール 20 でオンボード機械で行われる。この場合、ブロック 104 の処理の結果は記憶されるが、記述されず、ブロック 105 の機能は省略される。図 8 に行くと、ブロック 104.1 と 104.2 でそれぞれ X- マイナスの統計量はゼロにされ、X- ウィンドーは開始データポイントで満たされる。それからコンピューターはブロック 104.3 で、未処理データポイントが X+ ウィンドーに含まれるポイント数より多くあるか決める。もしそうなら、ブロック 104.4 で、X+ の最も左のポイントが X- の最も右の位置に移動され、新しいデータポイントが X+ ウィンドーに加えられる。それから、他のカーブ適合技術を使用することも同様に適切であるが、ここでは最小 2 乗誤差法を使用して、X- の新しい最も適合するラインに到達するように、新しい統計量が計算される。X+ ウィンドーの内のデータポイントの平均 2 乗誤

差が、ブロック104.5 で導かれた最も適合するラインについて計算され、X-のデータポイントの適合度と比較して、X-のデータポイントを使用して決めたラインに対して、X+のデータポイントの相対的適合度を定める。ブロック104.7 で、また図9により詳細に示すように、X+のデータポイントはX-ラインセグメントにより記述されるトレンドの一部か、又は新しいトレンドを記述するため新しいラインセグメントを定義するべきかを定める。

【0017】ブロック104.7.2 で、適合度の統計量の分母が計算される。もし適合度の統計量の分母がゼロより大きければ、適合度の統計量が計算され、適合度の公差と比較される。もし適合度の統計量が適合度の公差より小さければ、適合度はパスし、そうでなければ適合度はパスしない。もし、適合度の統計量の分母がゼロより大きくなければ、X+の平均2乗誤差がゼロより大きくなければ、適合度はパスしない。そうでなければ、適合度はパスする。もし適合度がパスすると、ブロック104.11 で警告状態が決められる。もし適合度がパスしないと、ブロック104.11で、X-のデータポイントが新しいラインセグメントとして定義され、警告状態が決められる。104.11の警告状態決定ブロックの詳細動作が、図10で示される。ブロック104.11.2でX-とX+内のデータポイントの平均からのX+の最後のポイントの距離が、標準偏差で計算される。そうでなければ、データポイントの位置が所定の警告レベルについて決められ、データポイントの警告レベルからの相対的距離の指示が与えられる。他のカーブ適合技術を使用してもよいが、最小2乗法を使用して得られたX-ラインセグメントの式から、ラインセグメントの傾斜と持続期間が決められる。この傾斜と持続期間に基づいて、コンピューターが公知の型のルックアップテーブルから有意性ファクターを得る。トレンドの傾斜と持続期間が増加すると、有意性ファクターの値が増加する。即ち、どの傾斜でも持続期間が増加すると有意性ファクターの値が増加し、どの持続期間でも傾斜が増加すると有意性ファクターの値は増加する。ルックアップテーブルに使用される正確な値は、設計上の選択として選ばれ、故障が実際に差し迫ったときのみ故障が指示される。

【0018】1実施例では、有意性ファクター自体が故障状態が指示されるかどうか決めるため使用される。又は、有意性ファクターにブロック104.11.2で得られた標準偏差の平均からの距離をかけることにより、ブロック104.11.5で警告パラメーターが計算される。又は、警告レベルからのデータポイントの相対的距離を表す数があり有意性ファクターと結合され警告パラメーターを生じる。ブロック104.11.2で得られた平均は、データポイントの指数関数重み付け平均、最新のデータポイントの所定の数の算術平均、機械の最後のサービス以降に記憶された全データの算術平均、又は履歴の平均を決める同様の手

順の1つである。その後、警告パラメーターが注意すべき値と比較される。好適な実施例では、もしブロック104.11.2でデータポイントが平均より下なら、結果の距離は負の数として示され、もし傾斜が負なら結果の有意性ファクターは負である。パラメーターレベルが低い十分な持続期間について十分な正の傾斜を有するトレンドに沿って平均に戻っていくとき故障状態の間違った指示が起こりえるが、このアプローチにより減少する。もし警告パラメーターが注意すべき値より小さければ、ラインセグメントは、範囲内で図5の通常の運転状態を表す2次元の「A」領域と同様である。動作した警告は、ブロック104.11.7でリセットされる。

【0019】もし警告パラメーターが注意すべき値より大きければ、ラインセグメントは通常運転領域の外である。もし警告パラメーターが注意すべき値より大きい、警告すべき値より小さければ、ラインセグメントは図5の注意領域を表す2次元の「B」領域と同様である。もし警告パラメーターが警告すべき値より大きければ、ラインセグメントは図5の警告領域を表す2次元の「C」領域と同様である。上述したように、他の実施例では有意性ファクター自体が注意すべき値と警告すべき値と比較され、それにより図5で認識された領域に分類される。故障状態があることは、作業機械12と中央コンピューターシステム16の何方か又は双方で光又はホーン等の複数の利用できる警告手段により示される。故障状態があることは、又診断員により使用されるため記憶される。制御は、ブロック104.3に戻る。もし、ブロック104.3にそれ以上のデータがなければ、最後のX-ラインが出力で、ブロック105で出力ファイルが閉じられる。ハイウェートラックと大型採掘、建設機械等の作業機械は、大きな設備投資を要し、修理するとき所有者の全体の生産性がかなり落ちる。生産性のロスを減少するため、本発明はサービスとサービス員に検知した機械パラメーターに関する履歴データを提供するのに使われる。この履歴データは故障を診断し、将来の故障を予測し、機械とオペレーターの性能を評価するのに使用される。

【0020】本発明の他の態様、目的、利点は図面、発明の詳細な説明、特許請求の範囲から得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の高所から見た概略図である。

【図2】本発明の1実施例の電子モジュールへの複数の接続を示す。

【図3】本発明の1実施例の電子モジュールにより行われるアルゴリズムを示す。

【図4】複数のセンサー値と最も適合するラインセグメントを示す。

【図5】トレンドのデータの傾斜と持続期間の関数としての警告レベルを表す。

【図 6】ラインセグメントを得るため使われたデータポイントのグループの例を示す。

【図 7】本発明の 1 実施例のアルゴリズム全体を例示する。

【図 8】図 7 のアルゴリズム一部をより詳細に示す。

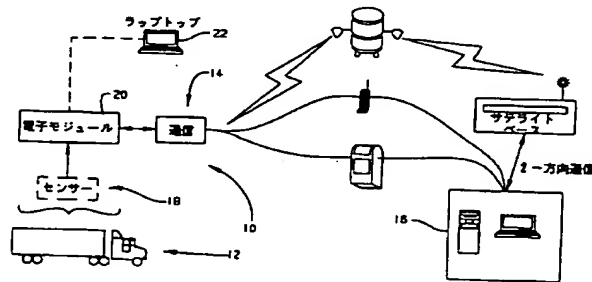
【図 9】図 8 のアルゴリズム一部をより詳細に示す。

【図 10】図 9 のアルゴリズム一部をより詳細に示す。

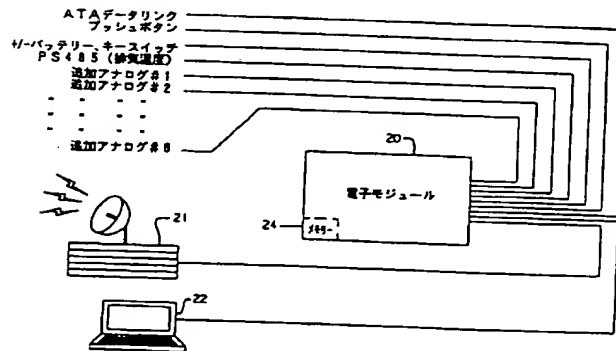
【符号の説明】

- 10・・・機械予測システム
- 12・・・作業機械
- 14・・・通信システム
- 16・・・中央コンピューターシステム
- 18・・・センサー
- 20・・・電子モジュール
- 22・・・オフボードコンピューター

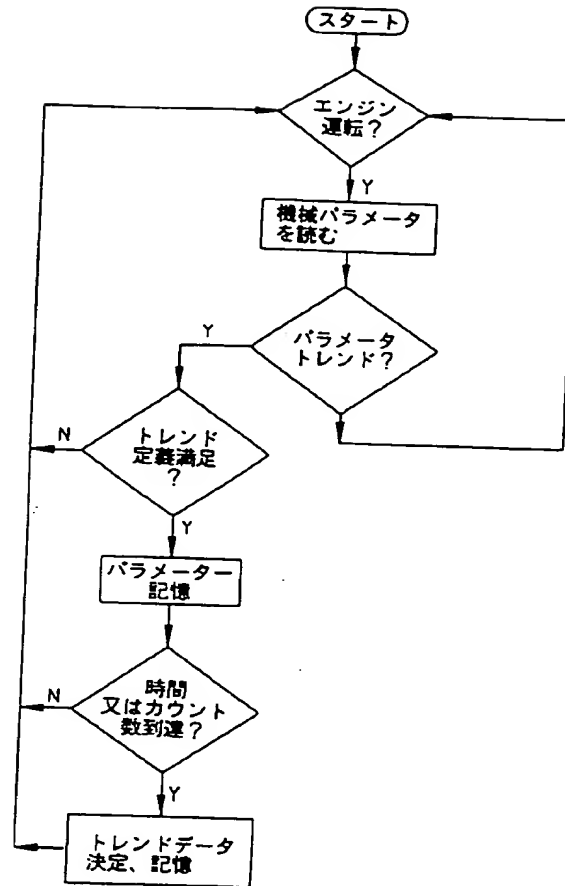
【図 1】



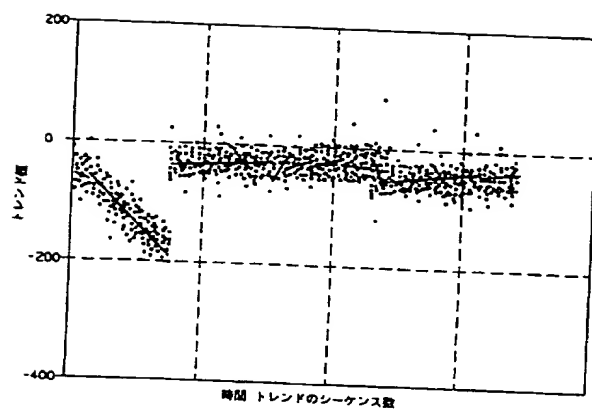
【図 2】



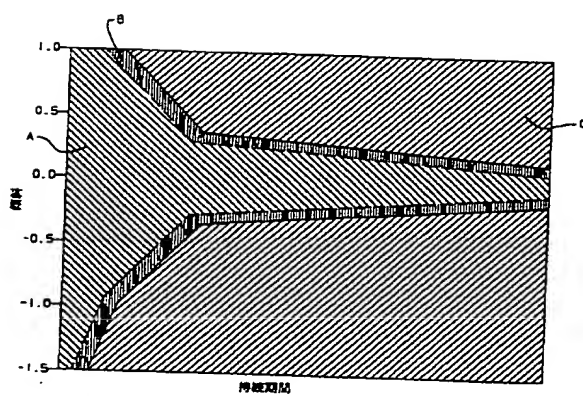
【図 3】



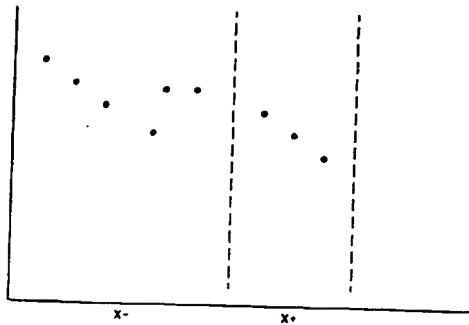
【図 4】



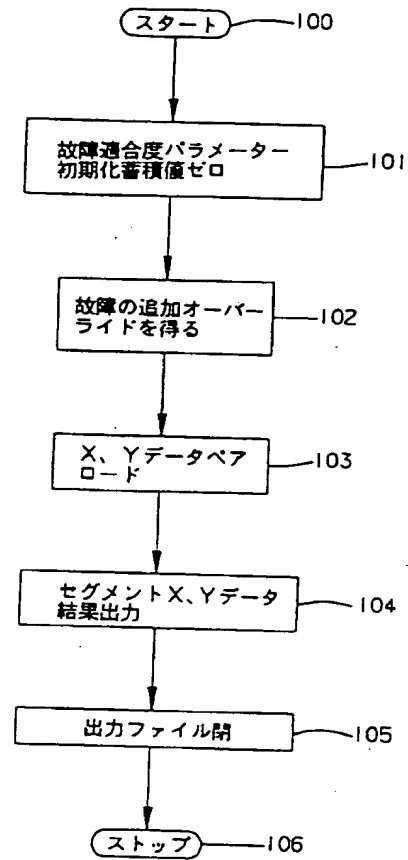
【図 5】



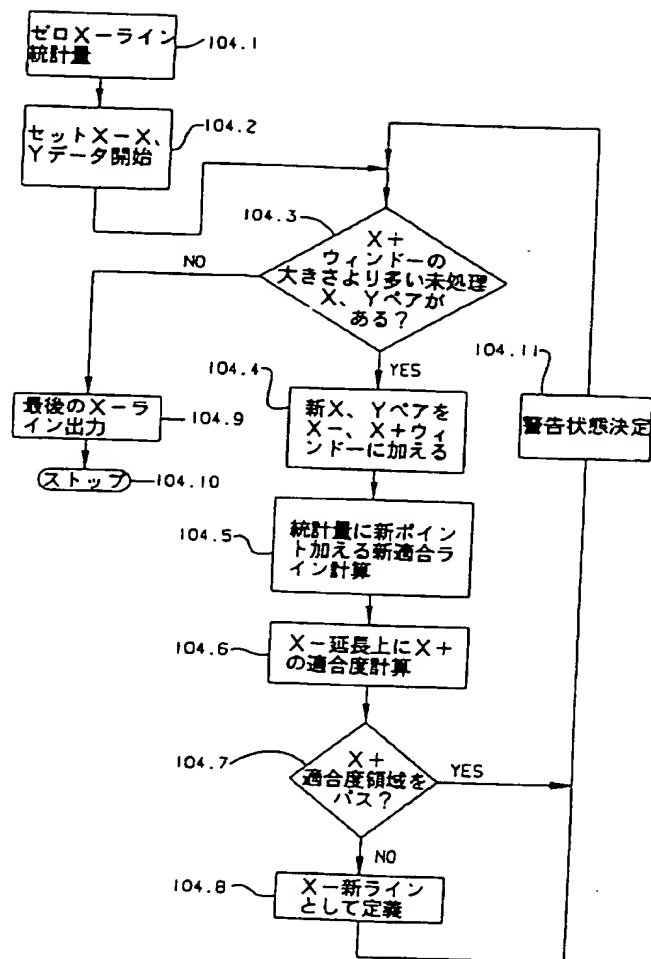
【図 6】



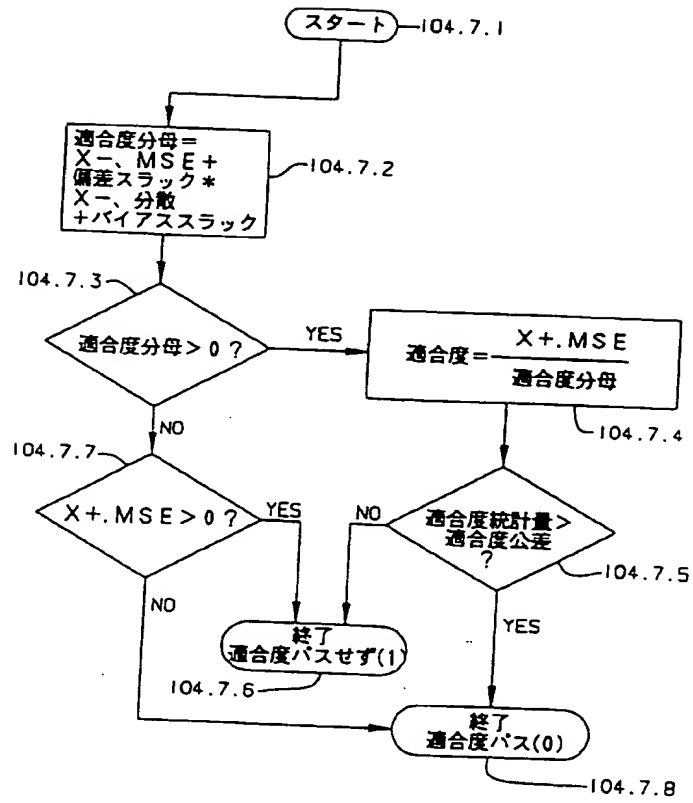
【図 7】



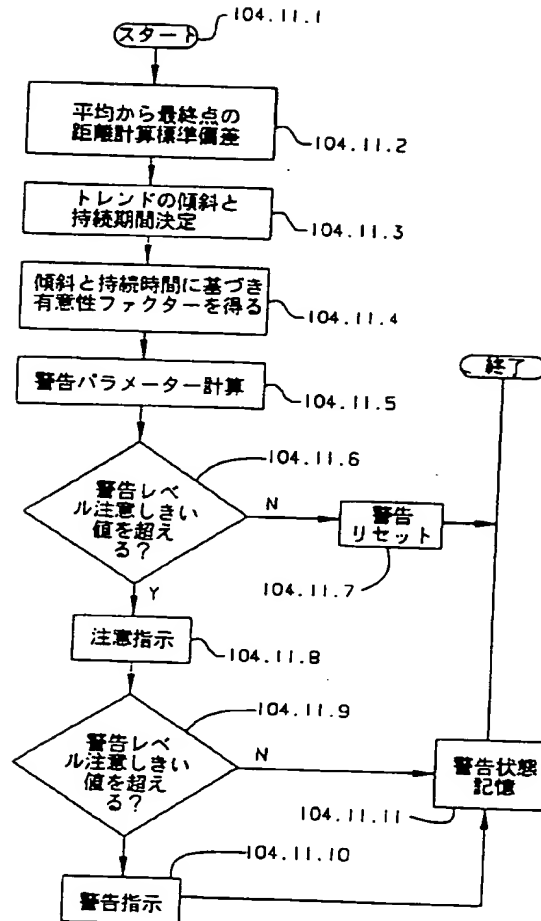
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 サティシュ エム シェティー
 アメリカ合衆国 イリノイ州 61611 イ
 ースト ピオーリア ジャスティス ドラ
 イヴ 108